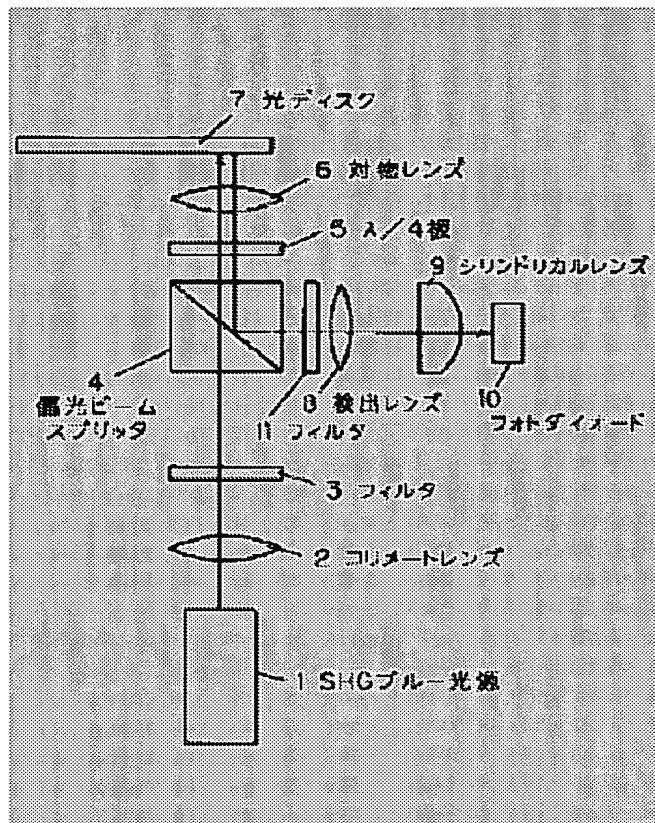


RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

Patent number: JP9050629
Publication date: 1997-02-18
Inventor: KITAOKA YASUO; YAMAMOTO KAZUHISA; KATO MAKOTO;
NISHIUCHI KENICHI; MIYAGAWA NAOYASU; NARUMI KENJI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
- **international:** G11B7/00; G02F1/37; G11B7/135; G11B11/10
- **europaen:**
Application number: JP19950198570 19950803
Priority number(s): JP19950198570 19950803

Abstract of JP9050629

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high density recording and reproducing device by using an SHG blue light source composed of an optical waveguide type wavelength transforming element and a semiconductor laser and recording and reproducing an optical disk by means of the blue light source having a low output. **SOLUTION:** Semiconductor laser light and blue light, obtained from the SHG blue light source 1 as the same optical axis are guided onto the optical disk 7. At the recording time, a filter 3 for cutting the semiconductor laser light is removed, and recording is performed by the blue light in projecting the semiconductor laser light. At the reproducing time, the filter 3 is inserted, and information recorded on the optical disk 7 is reproduced by the blue light.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-50629

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/00		9464-5D	G 1 1 B 7/00	Q
G 0 2 F 1/37			G 0 2 F 1/37	
G 1 1 B 7/135			G 1 1 B 7/135	Z
11/10	5 5 1	9296-5D	11/10	5 5 1 C

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-198570

(22) 出願日 平成7年(1995)8月3日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 北岡 康夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 山本 和久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 加藤 誠

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

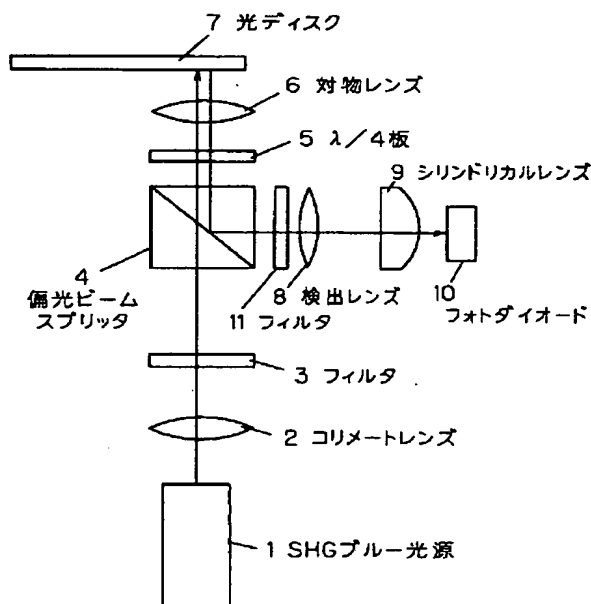
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録再生装置

(57) 【要約】

【目的】 光導波路型波長変換素子と半導体レーザにより構成されるSHGブルー光源を用いて、低出力のブルー光源により光ディスクへの記録再生を可能にし、高密度の記録再生装置を実現する。

【構成】 SHGブルー光源1から同一光軸として得られた半導体レーザ光およびブルー光を光ディスク7上に導く。記録時には半導体レーザ光をカットするためのフィルタ3を取り除き、半導体レーザ光を照射しながらブルー光で記録する。再生時はフィルタ3を挿入し、ブルー光で光ディスク7に記録された情報を再生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも、互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源と、光に感光する記録可能層を有する光学式情報記録媒体と、第1及び第2の光を前記光学式情報記録媒体上に集光するための集光光学系とを有する記録再生装置であって、再生時は前記第2の光を用い、前記記録可能層への情報記録時には、前記第2の光と同時に前記第1の光を前記記録可能層に照射することを特徴とする記録再生装置。

【請求項2】少なくとも、互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源と、光に感光する記録可能層を有する光学式情報記録媒体と、第1及び第2の光を前記光学式情報記録媒体上に集光するための集光光学系とを有する記録再生装置であって、前記第2の光は前記光学式情報記録媒体の前記記録可能層に情報を記録・再生するために用い、前記第1の光は前記記録可能層に記録された情報を消去するために用いることを特徴とする記録再生装置。

【請求項3】前記集光光学系は、前記第1の光と前記第2の光の集光位置が異なることを特徴とする請求項1または2記載の記録再生装置。

【請求項4】前記集光光学系は、前記第1の光と前記第2の光の集光位置が前記光学式情報記録媒体の厚み方向に対して同じで、前記光学式情報記録媒体の平面内で異なることを特徴とする請求項1または2記載の記録再生装置。

【請求項5】前記光源は、前記第1の光を基本波とし、前記第1の光の一部が波長変換手段により半分の波長の光に変換され、前記第2の光として、前記第1の光と同一光軸に出射されることを特徴とする請求項1または2記載の記録再生装置。

【請求項6】前記波長変換手段が、非線形光学結晶基板上に周期的分極反転領域と光導波路を有する擬位相整合方式の波長変換素子であることを特徴とする請求項5記載の記録再生装置。

【請求項7】前記非線形光学結晶が、 $\text{LiTa}_{1-x}\text{Nb}_{1-x}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 結晶であることを特徴とする請求項6記載の記録再生装置。

【請求項8】前記光源と前記光学式情報記録媒体の間に、第2の光に対してのみ開口制限を行う開口制限手段が存在することを特徴とする請求項1または2記載の記録再生装置。

【請求項9】前記光学式情報記録媒体が、相変化型光ディスクからなることを特徴とする請求項1または2記載の記録再生装置。

【請求項10】前記光学式情報記録媒体が、磁気光ディスクからなることを特徴とする請求項1または2記載の記録再生装置。

【請求項11】少なくとも、互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源と、光に感光する

記録可能層を有する光学式情報記録媒体と、第1及び第2の光を前記光学式情報記録媒体上に集光するための集光光学系とを有する記録再生装置であって、

前記第1の光は前記光学式情報記録媒体の前記記録可能層に情報を記録するために用い、前記第2の光は前記光学式情報記録媒体の前記記録可能層に情報を再生するために用いることを特徴とする記録再生装置。

【請求項12】少なくとも、互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源と、光に感光する記録可能層を有する光学式情報記録媒体と、第1及び第2の光を前記光学式情報記録媒体上に集光するための集光光学系とを有する記録再生装置であって、前記第1の光のみが前記集光光学系により集光された時、超解像スポットが得られることを特徴とする記録再生装置。

【請求項13】前記超解像スポットが、位相格子により得られることを特徴とする請求項12記載の記録再生装置。

【請求項14】前記位相格子が、集光光学系に集積化されていることを特徴とする請求項13記載の記録再生装置。

【請求項15】前記超解像スポットが、振幅格子により得られることを特徴とする請求項12記載の記録再生装置。

【請求項16】前記振幅格子が、集光光学系に集積化されていることを特徴とする請求項15記載の記録再生装置。

【請求項17】前記光源と前記光学式情報記録媒体の間に、第2の光に対してのみ開口制限を行う開口制限手段が存在することを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項18】前記光源と前記光学式情報記録媒体の間に、前記第1の光と前記第2の光を選択する波長選択手段が存在し、また前記集光光学系と前記光学式情報記録媒体の間にガラス板が存在し、前記ガラス板が光軸に対して自由に出し入れできることを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項19】前記光源と前記光学式情報記録媒体の間に、前記第1の光と前記第2の光を選択する波長選択手段と、レンズが存在し、前記レンズが光軸に対して自由に出し入れできることを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項20】前記光源と前記光学式情報記録媒体の間に、前記第1の光と前記第2の光を選択する波長選択手段と、液晶レンズが存在することを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項21】前記集光光学系が、前記第1の光と前記第2の光を、同じ位置に集光できることを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項22】前記光源は、前記第1の光を基本波と

し、前記第1の光の一部分が波長変換手段により半分の波長の光に変換され、前記第2の光として、前記第1の光と同一光軸に出射されることを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項23】前記波長変換手段が、非線形光学結晶基板上に周期的分極反転領域と光導波路を有する擬位相整合方式の波長変換素子であることを特徴とする請求項22記載の記録再生装置。

【請求項24】前記非線形光学結晶が、 $\text{LiTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 結晶であることを特徴とする請求項23記載の記録再生装置。

【請求項25】前記光学式情報記録媒体が、相変化型光ディスクからなることを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項26】前記光学式情報記録媒体が、磁気光ディスクからなることを特徴とする請求項11または12記載の記録再生装置。

【請求項27】少なくとも半導体レーザと波長変換素子を有する短波長光源を有し、前記半導体レーザ光の一部分が前記波長変換素子により半分の波長の高調波に変換され、前記半導体レーザを高周波変調し、その変調周波数を変化させることで前記高調波の光強度を変調することを特徴とする記録再生装置。

【請求項28】少なくとも半導体レーザと波長変換素子を有する短波長光源を有し、前記半導体レーザ光の一部分が前記波長変換素子により半分の波長の高調波に変換され、前記半導体レーザに連続波であるバイアス電流を印加し、記録時のみ高周波電源により高周波重畳されていることを特徴とする記録再生装置。

【請求項29】前記半導体レーザのバイアス電流に変調信号が付加されていることを特徴とする請求項28記載の記録再生装置。

【請求項30】前記半導体レーザの高周波重畳するための高周波電源の出力が変調されていることを特徴とする請求項28記載の記録再生装置。

【請求項31】前記半導体レーザの高周波重畳するときの高周波重畳の周波数を変化させることで高調波出力が変調されていることを特徴とする請求項28記載の記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、近赤外半導体レーザと波長変換デバイスにより得られる短波長光源の基本波と高調波をともに使って、情報を記録再生する高密度光ディスクシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光源として波長780nm帯の近赤外半導体レーザを用いた記録再生可能な相変化型光ディスクシステム（以下、PCと記す。）や光磁気ディスクシステム（以下、MOと記す。）が広く普及している。また最近

では、波長670nmの赤色半導体レーザを用いた再生専用のデジタルビデオディスクシステム（以下、DVDと記す。）の開発も活発であり、今後赤色半導体レーザを用いた記録再生可能なシステムの開発が期待されている。このような半導体レーザを用いた記録再生装置の概略構成図を図17に示す。

【0003】半導体レーザ32から出射された光はフォーカシングレンズ33により平行光に変換される。平行光に変換された半導体レーザ光はP偏光であることから偏光ビームスプリッタ34を通過し、 $\lambda/4$ 板35で円偏光に変えられた後、対物レンズ36によって光ディスク37上に集光される。光ディスク37からの反射光は対物レンズ36および $\lambda/4$ 板35を通過し、S偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ34で反射される。そして、検出レンズ38とシリンドリカルレンズ39を通過後、4分割検出器40に導かれる。4分割検出器40の4出力の総和が再生信号となり、4出力の周知の組み合わせにより、フォーカスエラー信号およびトラッキングエラー信号が検出される。半導体レーザ32の出力を変調し、光ディスク37上に情報としてマークを形成し、その形成されたマークをCW (Continuous Wave)の半導体レーザにて再生する。

【0004】このように従来では、光源として一つ半導体レーザのみを用いて、記録再生するシステムであった（特公平5-23411号公報）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】現在、普及している5インチのPCやMOの記録容量は640Mバイト程度で、今後マルチメディア時代を迎えるにあたり、大容量の記録密度を有する記録再生装置が必要不可欠になると思われる。記録密度の向上には、レーザの短波長化が大きく寄与する。波長400nm帯のブルー光源を用いると、光源の波長化だけで現行の4倍に記録密度を向上できる。

【0006】波長400nm帯のブルー光源を実現できる手段として、半導体レーザを用いた第2高調波発生（SHG: second harmonic generation）がある。現在のところ、出力数mWの波長430nmのブルー光が得られている。PCやMO光ディスクの再生は、数百 μ W程度の光ディスク上パワーで実現できるため、数mW程度のブルー光源で十分である。しかしながら、記録時には出力として一桁以上の出力を必要とする。そのため、記録再生可能なシステムを実現するためには、半導体レーザの高出力化や波長変換素子の高効率化が必要となる。

【0007】本発明は、短波長光を用いた新規の記録再生装置を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明は、

(1) 少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光

を同一光軸に出射する光源の、第1の光と第2の光を同時に記録可能層を有する光学式情報記録媒体に集光し、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層への情報の記録・再生を行い、記録可能層に情報を記録する際には第1の光を同時に記録可能層に照射することで、低出力の第2の光で情報可能層への記録を可能にするものである。

【0009】また本発明は、

(2) 少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源の、第1の光と第2の光を同時に記録可能層を有する光学式情報記録媒体に集光し、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層に情報を記録・再生を行い、同時に第1の光で記録可能層の情報を消去することで、ダイレクトオーバーライトが可能な記録再生装置を提供するものである。

【0010】さらに本発明は、

(3) 少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源の、第1の光と第2の光を同時に記録可能層を有する光学式情報記録媒体に集光する記録再生装置において、集光光学系の色補正を行い第1の光と第2の光を同時に収差なく集光できる記録再生装置を提供するものである。

【0011】また本発明は

(4) 少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源の、第1の光と第2の光を同時に記録可能層を有する光学式情報記録媒体に集光し、第1の光で光学式情報記録媒体の記録可能層への情報の記録を行い、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層に記録された情報の再生を行うことで、低出力の第2の光で記録再生を可能にした記録再生装置を実現するものである。

【0012】さらに本発明は、

(5) 少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源の、第1の光と第2の光を同時に記録可能層を有する光学式情報記録媒体に集光し、超解像に集光された第1の光で光学式情報記録媒体の記録可能層への情報の記録を行い、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層に記録された情報の再生を行うことで、低出力の第2の光で高密度の記録再生が可能な記録再生装置を実現するものである。

【0013】また本発明は、

(6) 近赤外半導体レーザーと波長変換デバイスにより得られる短波長光源で記録可能層を有する光学式情報記録媒体に情報を記録する際、基本波を高周波重畳し、その重畳周波数を周波数変調したり、バイアス電流を変化させることで高調波出力を多値変調し、安定な記録再生装置を実現するものである。

【0014】また本発明は、

(7) 近赤外半導体レーザーと波長変換デバイスにより得られる短波長光源で記録可能層を有する光学式情報記

録媒体に情報を記録する際、基本波を高速に変調し、その変調周期を変化させることで高調波の平均出力を多値変調し、安定な記録再生装置を実現するものである。

【0015】

【作用】ブルー・グリーン光領域の半導体レーザーにおいて、10mW以上の高出力を得ることは現状困難である。そのため、この半導体レーザーと同一光軸に出射するもう一つの半導体レーザーを備え、2つの光を同時に記録可能層を有する光学式情報記録媒体に集光する。光学式情報記録媒体の記録可能層への情報記録は、記録層をレーザーで照射し、ある温度以上に達すると結晶状態変化し、マークとして記録される。そのため、集光するレーザー光の強度を調整することで、マークの大きさを調整できる。

【0016】一方、情報再生は、マークでの回折光を読みとるため、十分に小さいスポットまで集光される必要がある。本発明の利点は、もう一つの半導体レーザーにより光ディスクに情報記録したり、もう一つの半導体レーザーを光ディスクに照射しながら、ブルー・グリーンの半導体レーザーで記録したりすることで、低出力のブルー・グリーン半導体レーザーでも高密度の記録再生装置を可能にするものである。

【0017】特に、近赤外半導体レーザーと波長変換デバイスにより得られる短波長光源を用いて記録可能層を有する光学式情報記録媒体に情報を記録再生する記録再生装置において、高調波光の出力は、基本波光の出力に比べて一桁程度小さい。一般に基本波光と高調波光は同一点より出射するため、集光レンズ系を選べば同一点に集光することも可能である。本発明のように、基本波を照射して記録可能層の温度を上昇させ高調波で情報の記録を可能にしたり、基本波で情報の記録を行い高調波で記録の再生を行うことで、数mW程度の高調波出力でも記録再生装置を実現できる。

【0018】また、基本波を高周波で変調し、その変調周波数を変化させることで、容易に高調波を多値の出力レベルに変調でき、近赤外半導体レーザーと波長変換デバイスにより得られる短波長光源を用いて記録可能層を有する光学式情報記録媒体に情報を記録再生する記録再生装置を実現できる。

【0019】

【実施例】

(実施例1) 本実施例では、基本波である半導体レーザー光を波長変換し得られた高調波光を用いて光ディスク上に記録する際、同時に半導体レーザー光を照射し、低出力の高調波光で光ディスク上に記録できる記録再生装置について説明する。

【0020】本発明の記録再生装置を概略構成図1を用いて説明する。図1は、光源としてLiTaO₃結晶を基板としたQPM-SHGデバイスによるSHGブルー光源1を用いた記録再生装置である。概略構成図1の2はコリ

メートルレンズ、3は基本波のみをカットするためのフィルタ、4は波長430nm用の偏光ビームスプリッタ、5は波長430nm用の $\lambda/4$ 板であり、ブルー光は円偏光に変換される。6は対物レンズであり、7は記録再生可能な光ディスクであり、図示しないアクチュエータが対物レンズ6と光ディスク7との距離を一定に保つ。

【0021】本実施例では記録可能な光ディスクとして相変化型光ディスク7を用いた。その構造を図2に示す。ポリカーボネート基板12上にZnS-SiO₂が蒸着され、さらに記録層13であるGeSbFeが積層され、記録層を再びZnS-SiO₂で挟み、最後に反射膜14としてAlが積層されている。

【0022】フィルタ11は、基本波である半導体レーザー光をカットするためのものである。検出レンズ8、シリンドリカルレンズ9、フォトダイオード10はフォーカス、トラッキングなどのサーボ系および再生信号の検出に用いられる。

【0023】図1におけるSHGブルー光源について詳しく説明する。SHGブルー光源の概略構成図を図16に示す。25は0.86 μ m帯のAlGaAs半導体レーザー、26はN.A.=0.5のコリメートレンズ、27は $\lambda/2$ 板、28はN.A.=0.55のフォーカシングレンズである。LiTaO₃基板24上には光導波路29と周期的な分極反転領域30が形成されている。コリメートレンズ26で平行になったレーザー光は、 $\lambda/2$ 板27で偏光方向を回転させ、フォーカシングレンズ28で分極反転型光導波路デバイスの光導波路29の端面に集光され、周期4.0 μ mの分極反転領域30をもつ光導波路29を導波し、光導波路29の出射端面より高調波光と変換されなかった基本波が射出される。狭帯域バンドパスフィルタ31により、半導体レーザー25の波長は分極反転型光導波路デバイスの位相整合波長許容度内に固定される(北岡他、Optical Review Vol.1, No.2, (1994) pp.227)。

【0024】半導体レーザー25の光導波路29内への入射光強度72mWに対し、波長430nmのブルー光が8mW程度得られている。概略構成図16では、分極反転型導波路デバイスの位相整合波長に半導体レーザーの波長を一致させるため、狭帯域バンドパスフィルタ31を用いたが、反射型のグレーティングや光導波路上の分布ブラッグ反射器(DBR)を用いたSHGブルー光源も実現されている。また、最近ではDBR部が半導体レーザーに集積化されたDBR半導体レーザーを用いたSHGブルー光源も実現されている。

【0025】次に、光ディスク7への記録方法について説明する。SHGブルー光源1の光導波路から得られる基本波である半導体レーザー光及び高調波であるブルー光は、コリメートレンズ2により平行光に変換される。コリメートレンズ2はブルー光に対して特に収差がないように設計されている。基本波をカットするためのフィルタ3は取り除かれている。

【0026】半導体レーザー光とブルー光は、偏光ビームスプリッタ4及び $\lambda/4$ 板5を透過し、ブルー光のみが円偏光に変換される。対物レンズ6により、半導体レーザー光及びブルー光は光ディスク7上に集光される。対物レンズ6もブルー光に対して特に収差がないように設計されている。本実施例で用いられる対物レンズの開口数(NA)は0.6である。

【0027】光ディスク7からの反射ブルー光は、 $\lambda/4$ 板5が再び透過し、偏光方向が90度回転し、偏光ビームスプリッタ4で進行方向が90度曲げられる。フィルタ11により基本波はカットされ、検出レンズ8とシリンドリカルレンズ9を透過したブルー光は、フォトダイオード10に導かれる。フォトダイオード10は4分割になっていて、RF信号、フォーカス信号、トラッキング信号を検出した。

【0028】本実施例では、フォーカスサーボは非点収差法で、トラッキングサーボはプッシュプル法で行われる。また本実施例では、ブルー光で情報の記録再生を行うため、ブルー光を用いてサーボ系を動作させている。

【0029】相変化型光ディスク7は、結晶状態とアモルファス状態の光学定数の差を利用して情報を記録する媒体である。ブルー出力と結晶状態の関係を図3に示す。始め、記録媒体は結晶状態にある。10mW程度の光を照射すると結晶温度が融点を越え、そしてレーザー照射が止まり、急冷するとアモルファス状態になる。このようにして記録媒体上にアモルファス状態のマークが得られる。

【0030】再び5mW程度のブルー光を記録媒体に照射すると、アモルファス状態から結晶状態に変化し、記録マークが消去された。相変化型光ディスク上に情報を記録する場合、出力として10mW以上必要であるが、この値は記録層の材料、光ディスクの回転数などにより変化する。本実施例では、ブルー光源の出力は7mW程度であるため、通常であれば記録することが不可能である。そこで、基本波を光ディスク7上に照射することを試みる。光ディスク7上でのブルー光は、半値全幅で約0.4 μ mのスポットに集光される。

【0031】一方、基本波である半導体レーザー光は、レンズの収差があることと、波長が長いこと、1 μ m程度までしか集光できない。光ディスク7上での基本波の照射パワーは50mWであるが、集光されたスポットでのパワー密度に換算すると4mW程度の効果しかない。本実施例では、記録時にはフィルタ3が取り除かれるため、基本波である半導体レーザー光も同時に光ディスク7上に照射されている。本実施例で用いられている記録層材料の相変化材料は、上記のようにある一定の強度以上の光が照射されると記録マークが形成される。すなわち、温度が溶融温度に達した領域のみがアモルファス化して記録マークとなる。ブルー光のみが照射された時のディスクの温度分布は図4(a)であり、この状態では溶融温度

に達しないため記録マークは形成されない。しかしながら、基本波が照射されると、図4(b)のようになり溶融温度に達するため記録マークが形成される。ここでブルー光の出力を変調すると、図3(c)のように情報が光ディスク7上に記録される。ブルー光の変調方法は、半導体レーザを直接変調しても、半導体レーザ光の波長変動や波長変換デバイスの位相整合波長の変動を利用して、有効である。

【0032】次に再生方法について説明する。再生時には、半導体レーザの出力を1mW程度に低下し、基本波はカットするためのフィルタ3を挿入する。ブルー光のみが光ディスク7上に導かれ、光ディスク7から反射光は、フォトダイオード10に導かれ、光ディスク7に記録された情報を再生する。

【0033】消去時には、フィルタ3を挿入し、SHGブルー光源の出力を5mW程度に調整し、記録マーク上を照射すると、アモルファス状態のスポットは結晶化し、情報は消去される。

【0034】ここで、基本波を照射しながら、ブルー光を3mWと7mWの間で出力を変調することで、記録された情報を消去しながら、情報を記録再生することも可能であり、記録と消去を同時に行うダイレクト・オーバーライト記録も可能となる。

【0035】このように、本実施例のようなSHGブルー光源を用いた記録再生装置では、基本波である半導体レーザの50%程度と波長変換されたブルー光が同一光軸に出射される。特に、光導波路型波長変換デバイスの場合、複屈折性を利用した位相整合方式のバルク型波長変換デバイスのようにウォークオフもないため、完全に同一光軸の光として得られる。このように2つの光が同軸で出射されるSHGブルー光源を用いた光ピックアップ場合に、基本波と高調波を同一箇所と同時に光ディスク上に集光することができるため、低出力のブルー光でも高密度の記録再生装置が実現できる。

【0036】本実施例では、光源としてLiTaO₃結晶を基板とした光導波路型波長変換デバイスによるSHGブルー光源を用いたが、LiNbO₃結晶やKTiOPo₄結晶を基板とした光導波路型波長変換デバイスにより得られるSHGブルー光源を用いても同様の効果が得られる。

【0037】また、本実施例のように光導波路型波長変換デバイスを代わりに、擬似位相整合方式のバルク型波長変換デバイスを用いても、半導体レーザ光と高調波光が同一光軸として得られ、同様の効果が得られる。擬似位相整合方式のバルク型波長変換デバイスは、電圧印加法、電子ビーム(EB)法、集束イオンビーム(FIB)法など各種の方法で作製される。擬似位相整合方式のバルク型波長変換デバイスは、基本波である半導体レーザ光を結晶のx方向、もしくはy方向に入射させるため、ウォークオフが発生せず、半導体レーザ光と高調波光が同一光軸として得られるため、光導波路型波長変換

デバイスと同様の効果が得られ、このような光源を用いても本実施例のように、基本波で照射しながら、高調波光で記録することが可能である。

【0038】また、複屈折性を利用した位相整合方式の波長変換デバイスの中でも、比較的ウォークオフ角が小さい結晶では、光軸が少し程度ずれても、高調波の集光スポット上に基本波を照射することが可能であるため、このような光源を用いても本実施例のように、基本波で照射しながら、高調波光で記録することが可能である。

【0039】さらに、本実施例では、波長変換によるSHGブルー光源を用いた記録再生装置について説明したが、光源から出射される第2の光は、第1の光の高調波である必要はなく、2つの半導体レーザを同一光軸に結合した光源を用いても同様の効果が得られる。例えば、波長680nm帯の高出力(40mW)赤色半導体レーザと波長480nm帯の低出力(5mW)ZnSe系青色半導体レーザを誘電体多層膜からなる波長選択ミラーにより同一光軸に結合した光源を用いた記録再生装置において、赤色半導体レーザを光ディスクに照射しながら、青色半導体レーザを変調して情報を相変化型光ディスクに記録することができる。このように、数mW程度の青色半導体レーザを用いても、高密度の記録再生装置が実現できる。

【0040】本実施例において、光ディスクとして相変化型の記録材料を用いた記録再生装置について説明したが、光ビームの強度変化を用いて記録マークを形成するタイプの記録材料であれば、どのようなものにも適用できる。例えば、光磁気ディスクにおいても、ブルー光強度だけでは記録マークを形成するのに必要な強度に達していなくても、基本波である半導体レーザ光の分だけで光エネルギーを増加させることができるので、光磁気記録層をキュリー温度近くまで熱することができるので、比較的低出力のブルー光でも情報を記録することができる。

【0041】(実施例2)本実施例では、基本波である半導体レーザ光を光ディスクに照射し、光ディスク上に記録された情報を消去し、同時に高調波光で情報の記録を行うことができる記録再生装置について説明する。

【0042】本発明の記録再生装置を概略構成図4を用いて説明する。概略構成図4は、概略構成図1とほぼ同じ構成である。実施例1と異なるのは、コリメートレンズ2及び対物レンズ6が、高調波光であるブルー光だけでなく、半導体レーザ光に対しても収差なく集光できるように設計されていることである。また実施例2では基本波光を情報の消去に用いるため出力を一定に保つ必要があり、記録時におけるブルー光の変調は、半導体レーザ光の波長変動や波長変換デバイスの位相整合波長の変動を利用して行っている。たとえば、DBR(分布ブラッグ反射器)半導体レーザを基本波として用い、DBR部に電流注入し、発振波長を変動させる。このとき、DBR部の注入電流を変調することで、基本波の出力をほ

とんど変調せず、得られるブルー光のみを変調できる。また、光導波路型波長変換素子の光導波路上に電極を設け、電極への印加電圧を変調することで、基本波の出力を変調せず、ブルー光のみを変調できる。

【0043】記録方法について説明する。SHGブルー光源1の光導波路から得られる基本波である半導体レーザー光及び高調波であるブルー光は、コリメートレンズ2により平行光に変換される。基本波をカットするためのフィルタ3は取り除かれる。半導体レーザー光とブルー光はNDフィルタ15、偏光ビームスプリッタ4及びλ/4板5を透過し、ブルー光のみが円偏光に変換される。NDフィルタ15は、光ディスク上での半導体レーザー光の出力を調整するために用いられる。対物レンズ6により、半導体レーザー光及びブルー光は光ディスク7上に集光される。対物レンズ6は、半導体レーザー光及び高調波光に対して収差がないように設計されているので、光ディスク7上のほぼ同じ位置に集光される。対物レンズの開口数(NA)は0.6である光ディスク7上での半導体レーザー光およびブルー光の出力は、それぞれ7mW、5mWである。実施例1と同様、半導体レーザー光は、低出力の高調波光で記録できるように役立っている。本実施例では、半導体レーザー光が収差なく光ディスク上に集光され、その出力が5mW程度あるため、図5に示すように基本波だけで消去レベルを越えていて、半導体レーザー光が照射された部分は、結晶状態になり記録されたマークは消去される。この状態で高調波光を変調することで光ディスク上に情報を記録できる。すなわち、本実施例では基本波である半導体レーザー光で記録マークを消去し、同時に高調波であるブルー光で記録できるため、ダイレクトオーバーライトの記録再生装置を容易に実現できる。再生は、実施例1と同様の方法で行われる。

【0044】このように、本実施例のようなSHGブルー光源を用いた記録再生装置では、基本波である半導体レーザーの50%程度と波長変換されたブルー光が同一光軸に出射される。特に、光導波路型波長変換デバイスの場合、複屈折性を利用した位相整合方式のバルク型波長変換デバイスのようにウォークオフもないため、完全に同一光軸の光として得られるため、実施例1と同様、基本波と高調波を同時に光ディスク上に集光することで、通常よりも低出力のブルー光で光ディスク上に情報を記録することができる。また、実施例2では、ブルー光の変調をDBR部や光導波路型波長変換素子により行っているため、半導体レーザー光の出力を一定に保持できる。そのため、実施例1よりも安定に光ディスク上の情報を消去でき、より安定なダイレクト・オーバーライトが実現できる。

【0045】本実施例では、基本波で記録し、高調波で再生するため、基本波に対しても高調波に対しても収差のないコリメートレンズおよび対物レンズが絶対不可欠である。このようなレンズは組レンズにより実現できる

が、基本波である半導体レーザー光とブルー光を同時に収差なく集光するために、色補正用のレンズを2つのレンズの間に挿入しても得られる。そして、色補正用レンズが液晶レンズであると印加電圧により高調波及び基本波の収差を補正することができる。また、コリメートレンズとSHGブルー光源または、対物レンズと光ディスクの間に、色補正用ガラス板を挿入しても得られる。ただし、上記色補正用レンズおよび色補正用ガラス板は、必要な光の波長により自由に出し入れができるようになっている。

【0046】本実施例では、光源としてLiTaO₃結晶を基板とした光導波路型波長変換デバイスによるSHGブルー光源を用いたが、LiNbO₃結晶やKTiOP₄結晶を基板とした光導波路型波長変換デバイスにより得られるSHGブルー光源を用いても同様の効果が得られる。

【0047】また、本実施例のように光導波路型波長変換デバイスを代わりに、実施例1同様に、擬位相整合方式のバルク型波長変換デバイスを用いても、半導体レーザー光と高調波光が同一光軸として得られ、本実施例のように、基本波で消去しながら、高調波光で記録することが可能である。

【0048】また、複屈折性を利用した位相整合方式の波長変換デバイスの中でも、比較的ウォークオフ角が小さい結晶では、光軸が少し程度ずれても、高調波の集光スポット上に基本波を照射することが可能であるため、このような光源を用いても本実施例のように、基本波で照消去しながら、高調波光で記録することが可能である。

【0049】本実施例において、光ディスクとして相変化型の記録材料を用いた記録再生装置について説明したが、光ビームの強度変化を用いて記録マークを形成するタイプの記録材料であれば、どのようなものにも適用できる。例えば、光磁気ディスクにおいても、ブルー光強度だけでは記録マークを形成するのに必要な強度に達していなくても、基本波である半導体レーザー光の分だけで光エネルギーを増加させることができるので、光磁気記録層をキュリー温度近くまで熱することができるので、比較的low出力のブルー光でも情報を記録することができる。

【0050】(実施例3)本実施例では、基本波である半導体レーザー光により光ディスク上に情報を記録し、高調波であるブルー光により光ディスク上に記録された情報の再生を行うことができる記録再生装置について説明する。

【0051】本発明の記録再生装置を概略構成図6を用いて説明する。概略構成図6は、概略構成図1とほぼ同じ構成である。本実施例の構成では、コリメートレンズ1及び対物レンズ6が、高調波光であるブルー光だけでなく、半導体レーザー光に対しても収差なく集光できるように設計されていて、また本実施例では基本波を用いて

情報の記録を行うため半導体レーザが直接変調できるように、駆動電源に変調器が取り付けられている。また、ブルー光を再生時のみ利用するため、本実施例で用いられるSHGブルー光源1の出力は1mW程度である。この時の半導体レーザ出力も実施例1および4よりも低く、40mW程度である。

【0052】まず始めに記録方法について説明する。SHGブルー光源1の光導波路から得られる基本波である半導体レーザ光及び高調波であるブルー光は、コリメートレンズ2により平行光に変換される。記録時には、基本波をカットするためのフィルタ3は取り除かれる。半導体レーザ光とブルー光は、偏光ビームスプリッタ4及び入/4板5を透過し、ブルー光のみが円偏光に変換される。対物レンズ6により、半導体レーザ光及びブルー光は光ディスク7上に集光される。対物レンズ6は、半導体レーザ光及び高調波光に対して収差がないように設計されているので、光ディスク7上のほぼ同じ位置に集光される。対物レンズの開口数(NA)は0.6である。光ディスク7上での半導体レーザ光およびブルー光の出力は、それぞれ15mW、1mWである。本実施例では、基本波である半導体レーザ光が光ディスク7上に集光し、半導体レーザを直接変調して情報を記録する。基本波をカットするためのフィルタ11が挿入され、フォーカスおよびトラッキングサーボ動作は、実施例1、2と同様にブルー光を用いて、フォーカスサーボは非点収差法で、トラッキングサーボはプッシュプル法で行われる。

【0053】ここで光ディスク7上に波長860nm帯の半導体レーザを用いて、0.3 μ m以下の記録マークを形成する方法について、図7を用いて詳しく説明する。実施例1及び2のように、ブルー光により光ディスク上に情報を記録するときには、集光スポット径が0.4 μ m以下のため、0.3 μ m程度の記録マークを形成することは容易である。本実施例で用いられている記録層材料の相変換材料は、ある一定の強度以上の光が照射されるとマークが形成される。すなわち、温度が溶融温度に達した領域のみがアモルファス化して記録マークとなる。照射されるブルー光のビーム強度分布は図7(a)のようにガウス分布をしており、中央部が強く周辺部にいくにつれて弱くなる。記録層の温度分布は図7(b)のようになり、溶融温度を越えた部分にマークが形成される。従って、光強度を調整し、図7(c)のように光ビームの中心部分だけが溶融温度を越えるようにすると、基本波である波長860nmの光を用いても十分小さな記録マークが形成され、高密度の情報記録が実現できる。

【0054】次に再生方法について説明する。光ディスク7上に半導体レーザ光により記録された情報は、ブルー光を用いて再生される。再生時にはフィルタ3を挿入し、ブルー光のみを光ディスク7に導くことで、フォトダイオード10に導かれる光ディスク7での反射ブルー

光すなわちRF信号により光ディスク7に記録された情報を再生する。

【0055】このように、本実施例のようなSHGブルー光源を用いた記録再生装置では、基本波である半導体レーザの50%程度と波長変換されたブルー光が同一光軸に出射される。特に、光導波路型波長変換デバイスの場合、複屈折性を利用した位相整合方式のバルク型波長変換デバイスのようにウォークオフもないため、完全に同一光軸の光として得られるため、レンズ系の色収差を補正することで基本波と高調波を同時に光ディスク上に集光することができる。そのため、基本波で光ディスク上に情報を記録し、高調波で情報を再生することが可能となった。そのため、1mW程度のSHGブルー光源により記録再生装置を実現できた。

【0056】本実施例では、基本波で記録し、高調波で再生するため、基本波に対しても高調波に対しても収差のないコリメートレンズおよび対物レンズが絶対不可欠である。このようなレンズは組レンズにより実現できるが、基本波である半導体レーザ光とブルー光を同時に収差なく集光するために、色補正用のレンズを2つのレンズの間に挿入しても得られる。そして、色補正用レンズが液晶レンズであると印加電圧により高調波及び基本波の収差を補正することができる。また、コリメートレンズとSHGブルー光源または、対物レンズと光ディスクの間に、色補正用ガラス板を挿入しても得られる。ただし、上記色補正用レンズおよび色補正用ガラス板は、必要な光の波長により自由に出入れができるようになっている。

【0057】本実施例では、フォーカスおよびトラッキングサーボ動作をブルー光を用いて行っている。概略構成図8では、記録時は基本波を用いて、再生時は高調波を用いてサーボ動作を行う。まず、記録方法について説明する。基本波と高調波では焦点深度や光ディスク基板の屈折率などが異なるため、概略構成図8のように記録光および再生光をそれぞれ用いてサーボ動作することで、より安定な記録再生装置を実現できる。SHGブルー光源1の光導波路から得られる基本波である半導体レーザ光及び高調波であるブルー光は、コリメートレンズ2により平行光に変換される。記録時には、基本波をカットするためのフィルタ3は取り除かれる。半導体レーザ光とブルー光は、偏光ビームスプリッタ4及び入/4板5を透過する。対物レンズ6により、半導体レーザ光及びブルー光は光ディスク7上に集光される。光ディスク7で反射した半導体レーザ光及びブルー光は、入/4板5に導かれ、ブルー光は元の光と偏光が90度回転され、半導体レーザ光は円偏向になる。偏光ビームスプリッタ4でブルー光と半導体レーザ光の一部分は進行方向が90度曲げられる。ブルー光と半導体レーザ光は、ブルー光をカットするためのフィルタ16に導かれる。記録時には、フィルタ16が挿入され、半導体レーザ光の

みが、検出レンズ8とシリンドリカルレンズ9を透過し、フォトダイオード10に導かれる。フォトダイオード10は4分割になっていて、フォーカス信号、トラッキング信号を検出する。こうして、記録時には半導体レーザー光を用いてサーボ動作を行い、記録マークを安定に形成する。

【0058】再生時は、フィルタ3を挿入し、ブルー光のみを光ディスク7上に導く。フィルタ11は取り除かれているため、光ディスク7の反射したブルー光はフォトダイオード10に導きかれる。ブルー光を用いてサーボ動作を行い、同時にRF信号を検出し、光ディスク7上の情報を再生する。

【0059】また、概略構成図9のように、フィルタ16のかわりに、波長選択ミラー17により半導体レーザー光とブルー光を分離し、半導体レーザー光用の検出レンズ18、シリンドリカルレンズ19、フォトダイオード20を構成し、それぞれの検出系によりサーボ動作を行うことで、さらに安定な記録再生を行うことができる。波長選択ミラー17は、半導体レーザー光のみをフォトダイオード20に導き、ブルー光のみをフォトダイオード10に導く。

【0060】本実施例では、光源としてLiTaO₃結晶を基板とした光導波路型波長変換デバイスによるSHGブルー光源を用いたが、LiNbO₃結晶やKTiOPo₄結晶を基板とした光導波路型波長変換デバイスにより得られるSHGブルー光源を用いても同様の効果が得られた。

【0061】また、本実施例のように光導波路型波長変換デバイスを代わりに、擬似位相整合方式のバルク型波長変換デバイスを用いても、半導体レーザー光と高調波光が同一光軸として得られ、同様の効果が得られる。擬似位相整合方式のバルク型波長変換デバイスは、基本波である半導体レーザー光を結晶のx方向、もしくはy方向に入射させるため、ウォークオフが発生せず、半導体レーザー光と高調波光が同一光軸として得られるため、光導波路型波長変換デバイスと同様の効果が得られ、このような光源を用いても本実施例のように、基本波で記録しながら、高調波光で再生することが可能である。

【0062】また、複屈折性を利用した位相整合方式の波長変換デバイスの中でも、比較的ウォークオフ角が小さい結晶では、光軸が少し程度ずれても、高調波の集光スポット上に基本波を照射することが可能であるため、このような光源を用いても本実施例のように、基本波で記録しながら、高調波光で再生することが可能である。

【0063】本実施例において、光ディスクとして相変化型の記録材料を用いた記録再生装置について説明したが、光ビームの強度変化を用いて記録マークを形成するタイプの記録材料であれば、どのようなものにも適用できる。例えば、光磁気ディスクにおいても、ブルー光強度だけでは記録マークを形成するのに必要な強度に達していなくても、基本波である半導体レーザー光の分だけで

光エネルギーを増加させることができるので、光磁気記録層をキュリー温度近くまで熱することができるので、比較的低出力のブルー光でも情報を記録することができる。

【0064】(実施例4) 実施例3では、基本波である半導体レーザー光により光ディスク上に情報を記録し、高調波であるブルー光により光ディスク上に記録された情報の再生を行うことができる記録再生装置について説明した。SHGブルー光源の場合、基本波である半導体レーザーの50%程度が波長変換されるブルー光と同一光軸に出射される。しかしながら、この半導体レーザー光を光ディスク上に集光した場合、集光スポット径は、 λ/NA (λ : 波長、NA: 開口数) に比例するため、ブルー光に比べて大きくなってしまふ。相変化型光ディスクの場合、波長860nmの半導体レーザー光を用いても、小さな記録マークを実現できることを実施例3で説明したが、安定に小さな記録マークを形成するためには、小さなスポット径のビームで記録することが望まれる。本実施例では、超解像を用いて、より小さな集光スポットを実現し、光ディスク上に情報を記録する記録再生装置について説明する。

【0065】超解像を図10(a)、(b)を用いて説明する。超解像には振幅格子を用いたもの(図10(a))と、位相格子を用いたもの(図10(b))がある。図10(a)は、ビーム径Dに対して、中央部分に直径Wの遮光部分21が形成された振幅格子である。 $W/D=0.2$ の時、得られる集光スポットは(参照 図10(c)) 振幅格子が無いときのスポット径に対して80%(半値全幅)と小さくなり、またこの時のサイドロブのピーク強度は主ビームの強度の20%程度である(Y. Yamamoto et.al., JJAP. 28 (1989) P197-200)。光ディスクの記録再生に用いるためには、集光スポットにおいてサイドロブが小さい必要がある。サイドロブが大きいと再生時において隣のトラックの信号も混ざるため(クロストーク)、再生信号の劣化を招くからである。また、記録時において、サイドロブが50%以上あると隣のトラックの信号を消去する可能性がある。図10(c)のような集光スポットが得られる場合、再生時に使うことはクロストークを考えると困難であるが、記録時においてはサイドロブのピーク強度が主ビームの強度の20%以下であり、消去レベルよりも小さいため、記録マークを消去してしまうこともない。集光スポットの半値全幅が80%程度であると言うことは、波長690nmの光と同程度のスポット径が得られ、小さなマーク径を形成することが容易になる。

【0066】概略構成図11の記録再生装置は、構成図1の記録再生装置とほぼ同じ構成をしているが、記録時に対物レンズの前に位相格子を挿入し、超解像ビームで記録マークを形成し、高密度記録を実現しようとしている。本実施例では、対物レンズ6の前に図10(a)の振

幅格子23を設置し、またフィルタ3を取り除いて、実施例3と同様の方法で波長860nmの半導体レーザを用いて安定に記録マークを形成する。再生時には振幅格子を取り除き、またフィルタ3を挿入し、記録された情報をブルー光で安定に再生する。

【0067】一方、図10(b)に示す位相格子でも同様の集光スポットが得られた。石英基板22の中央部分に、半波長分の厚みをエッチングすることで、 $0-\pi$ 位相格子が簡単に得られる。位相格子は、振幅格子に比べると光を遮光していないため、効率よく光を光ディスク上に導ける。また、位相格子の場合、SHGブルー光源の基本波光と高調波光の波長比がちょうど2倍であるため、基本波光に対する位相格子を作製するとブルー光に対してはちょうど1波長ずれていて、位相格子として作用しなくなる。そのため、図11において振幅格子23の代わりに位相格子を挿入した記録再生装置では、振幅格子23のように記録時に挿入し、再生時に取り除くようなことをする必要がなく、超解像の半導体レーザ光で記録し、通常のブルー光で再生する簡素な記録再生装置を実現できる。また、位相格子はブルー光による再生時において取り除く必要がないため、対物レンズの表面に形成することも可能である。

【0068】このように、微解像を用いることで基本波である波長860nmの半導体レーザ光を用いても、容易にかつ安定に、記録マークを形成することが可能となり、数mW程度の出力を有するSHGブルー光源により、記録再生装置が実現できる。

【0069】(実施例5) 実施例2から4において、基本波である半導体レーザ光と高調波であるブルー光を同じ位置に集光される。しかしながら、相変化型光ディスクを光ディスクとして用いる場合、情報・消去は熱的現象を用いるため、光ディスクの回転方向に対して基本波光が高調波光よりも少し前方にあるほうが望ましい。光ディスクの回転方向に対して基本波光が高調波光よりも少し前方に集光するための方法について、下記に示す。

【0070】(1) コリメートレンズ2と対物レンズ6の間の平行光学系にウエッジのガラス板を挿入する方法である。ウエッジのガラス板は、色分散の大きいものがよく、この色分散によって、基本波光と高調波光の光軸が異なり、結果として集光位置がずれる。

【0071】(2) レンズにウエッジの効果を持たせ、基本波光と高調波光の集光位置がずれるようにする。

【0072】(3) 通常の光導波路型波長変換デバイスでは、光導波路端面は基板に対して垂直に研磨されている。この場合、基本波光と高調波光は同一光軸として得られる。光導波路の出射端を斜めに研磨することで、波長分散効果が得られ、基本波光と高調波光の出射方向が異なり、結果として対物レンズで集光される位置がずれる。

【0073】(4) 光導波路の出射端に基本波のみに感ず

る方向性結合器用光導波路を波長変換用光導波路と平行に形成する。基本波の導波モードの方が大きいため、基本波のみが方向性結合器用光導波路に移る。基本波と高調波は異なる導波路から出射されるため、コリメートされた後、集光されたスポット位置が異なる。

【0074】(5) 複屈折性を利用した位相整合方法の波長変換デバイスでは、ウォークオフが存在し、基本波光と高調波光が出射される方向が異なる。この場合も、対物レンズで集光される位置がずれる。

【0075】(実施例6) 実施例2から4において、用いられた対物レンズの開口数は0.6であった。光ディスクのフォーカスサーボ安定性は、NAの2乗の逆数に比例して厳しくなる。高調波光を利用してフォーカス・トラッキングのサーボを制御して、波長が短いため、制御の安定性がなくなる。そのため、基本波光に対しては高NA、高調波光に対しては低NAであるように、対物レンズを波長選択的に開口制限することで、安定なサーボ動作が実現できる。

【0076】図12(a)のように、対物レンズの周辺部分(A部分)には波長選択性を有する誘電体多層膜が形成されている。基本波である半導体レーザ光に対しては透過率が99%以上で、高調波であるブルー光に対しては透過率が1%以下に抑圧されていて、ブルー光は開口制限されている。中心部分(B部分)には基本波光および高調波光に対して透過率が99%以上になるような膜が形成されている。図12(b)のように、基本波光はレンズの開口全部を利用して集光されるが、高調波光はレンズの中心部分だけを利用して集光される。そのため、高調波光でフォーカスサーボを制御する場合、より安定な制御を行うことができるため、実用的な記録再生装置が実現できる。

【0077】(実施例7) 光ディスクに情報を記録するためには、光源出力の強度変調が必要となる。特に相変化型光ディスクの場合、再生・消去・記録の出力レベルが必要であり、多値変調が絶対不可欠である。SHGブルー光源の場合、得られるブルー光出力は半導体レーザ光出力の2乗に比例する。また動作温度や注入電流の変化に対して半導体レーザの波長が変動し、波長変換素子の位相整合波長よりずれる可能性がある。そのため本実施例では、SHGブルー光源を用いて、より安定した出力変調を実現するための方法について説明する。

【0078】(1) 半導体レーザは、GHz程度の周波数帯に緩和振動周波数を持っていて、それ以下の周波数帯においては変調が可能である。光ディスク用半導体レーザでは、光ディスクからの戻り光ノイズを避けるため、半導体レーザを数GHzの周波数で高周波重畳している。一方、半導体レーザ(出力100mW)にCW(連続波)電源より一定電流(以下これをDCバイアスとよぶ)を、また高周波電源よりサイン状の高周波(数100MHz~1GHz)を印加すると、半導体レーザ

は注入電流の高速性に応答できず緩和振動を生じ瞬間パルス的に発振する。この時の半導体レーザのピーク出力は1W程度となる。そのためこの半導体レーザを基本波として実施例1の光導波路型波長変換素子を用いて波長変換すると、高調波への変換効率は20%を上回ることとなる。半導体レーザの平均パワーは100mWと信頼性の点で問題はない。変換される高調波のパワーはCWに比べて5~10倍程度アップした。

【0079】ここで、高周波駆動について説明する。半導体レーザのピークパワーの増加が目的の高周波駆動では少なくともピーク電流 I_p とバイアス電流 I_b の差($I_p - I_b$)は、 I_b と閾値電流 I_{th} の差($I_b - I_{th}$)の3倍である。(通常では5~10倍はある。)このバイアス電流を図13のように変化させることで、得られる半導体レーザのピーク出力を変化させることができる。そして、バイアス電流に高周波を印加すると、半導体レーザは緩和発振を生じ瞬間パルス的に発振し、高効率の波長変換が実現できる。バイアス電流を変調することで、得られるブルー光の出力も変調できる。半導体レーザに高周波重畳する場合、ブルー光への変換効率がアップするだけでなく、半導体レーザ自身のモードホップも低減できるため、安定にブルー光出力を変調することができる。

【0080】例えば、相変化型光ディスクを用いた記録再生装置では、再生・消去・記録の3値の変調が必要である。バイアス電流を3値(CW・消去・記録)に変調することで、ブルー光出力も3値の変調が可能となり、記録再生装置が実現できる。高周波重畳する場合、得られるブルー光のノイズは重畳しない時より増大する。そのため再生時はCW駆動し、記録・消去時のみに高周波重畳する方が望ましい。

【0081】バイアス電流を変調する代わりに、高周波重畳するための高周波電源の出力を変調しても、同様にしてブルー光出力の変調を実現できる。

【0082】(2)バイアス電流を変調する代わりに、高周波重畳の周波数を変調してもブルー出力を変調することができる。DBR半導体レーザや通常の半導体レーザのみを高周波重畳する場合、図14に示すように、GHz近傍の周波数領域では重畳周波数に対しブルー光出力がほぼ比例して増加し、緩和振動周波数を越えると減少する。周波数が増すと半導体レーザのパルス波形の半値幅が狭まるとともに、パルスの間隔が短くなるため、平均パワーが大きくなるためである。図14から分かるように、RF重畳の周波数を600MHzと1.2GHzの間で周波数変調することで、SHGブルー光源の出力を、10mWと20mWの2値で出力変調することができた。

【0083】外部に波長選択する機能(グレーティング、バンドパスフィルタ、光導波路上のDBR)を有する半導体レーザでは、数10MHzの周期でブルー光出

力を変動することができる。これは、外部から帰還する光とパルスの緩和時間の関係によるものであり、外部の反射体までの距離に大きく依存する。このような場合、高周波重畳の周波数を少し変化させるだけでブルー光出力を変化させることができ、周波数変調することでブルー光出力の変調を実現できる。

【0084】(3)高周波重畳せずに半導体レーザを直接変調して、安定に多値変調する方法について説明する。高周波電源により、半導体レーザ出力を図15(a)のように数GHzで変調する。図15(b)のように、半導体レーザの出力を一定にして変調周波数のみを変化させると、得られるブルー光の平均出力は変調周波数により変化する。変調周波数が小さくなるとブルー光出力も小さくなる。こうして、変調周波数を多値変調することで、多値のブルー光出力を得ることができ、安定な記録再生装置が実現できる。

【0085】図18に各実施例で用いられた構成図の内容を簡単にまとめる。概略構成図1の記録再生装置では、基本波と高調波を用いて記録を行い、高調波を用いて再生を行う。また、図4の記録再生装置では、基本波を用いて記録マークの消去を行う。図6、8、9および11の記録再生装置では、基本波を用いて記録を行い、高調波を用いて再生を行う。

【0086】また、図1、4、6の記録再生装置では基本波を用いてサーボ動作を行い、図8および9の記録再生装置では記録時には基本波を用いて、再生時には高調波を用いてサーボ動作を行う。

【0087】SHGブルー光源を用いて記録再生装置を実現しようとする、現状のところブルー光出力が10mW程度のため情報を光ディスクに記録することが困難である。ブルー光出力を向上するためには、基本波である半導体レーザの出力を増大させることが考えられるが、半導体レーザを出力を増大すると注入電流も増大し、周辺機器に与える影響は大きくなる。SHGブルー光源(特に光導波路型デバイス)では、ブルー光と波長変換されなかった半導体レーザ光が同一光軸上に出射される。光ディスクへの(特に、相変化型光ディスク)情報の記録は、熱的効果による結晶からアモルファスへの相変化を利用している。そのため、本発明の記録再生装置のように、基本波光を光ディスクに照射しながら、ブルー光で記録すると、低出力のブルー光でも記録することが可能であり、10mW程度のSHGブルー光源を用いて記録再生装置を実現でき、その実用的効果は大きい。

【0088】また光ディスクを再生するためには、光が集光光学系により十分小さいスポットまで集光できる必要があるが、光ディスクへの(特に、相変化型光ディスク)情報の記録は、熱的効果による結晶からアモルファスへの相変化を利用しているため、光がスポットサイズ程度まで集光されている必要がない。SHGブルー光源

の場合、10mW以上の基本波がブルー光と同軸に出射され、光ディスク上に導かれる。そのため本発明のように、基本波を用いて光ディスクに記録し、ブルー光を用いて再生すれば、mW級のブルー出力を有するSHGブルー光源を用いて記録再生装置を実現でき、その実用的効果は大きい。特に、基本波を用いて記録する際、位相格子や振幅格子を用いた超解像スポットを得ることで、より安定に高密度の記録を実現でき、その効果は大きい。

【0089】SHGブルー光源を用いた記録再生装置を実現するためには、ブルー光出力変調をより安定にすることが望まれる。本発明のように、基本波である半導体レーザを高周波重畳し、その重畳周波数を変調してブルー光出力を変調したり、バイアス電流または高周波重畳出力を変調してブルー光を変調することで、所望の変調レベルを安定に得ることができ、その実用的効果は大きい。また、半導体レーザを高周波変調し、その変調周波数によりブルー光出力を変調すると、半導体レーザ自身のピーク出力を変化せずにブルー光出力を変化させることができ、波長変動も少ないため安定にブルー光出力を変調できるため、その効果は大きい。

【0090】

【発明の効果】以上のように、本発明は少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源を用いて、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層への情報の記録・再生を行い、記録可能層に情報を記録する際には第1の光を同時に記録可能層に照射することで、低出力の第2の光で高密度の記録再生装置を実現する。

【0091】また、本発明は少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源を用いて、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層に情報を記録・再生を行い、同時に第1の光で記録可能層の情報を消去することで、ダイレクトオーバーライトが可能な高密度の記録再生装置を実現する。

【0092】また、本発明は少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源を用いて、第1の光で光学式情報記録媒体の記録可能層への情報の記録を行い、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層に記録された情報の再生を行うことで、低出力の第2の光で高密度の記録再生装置を実現する。

【0093】また、本発明は少なくとも互いに波長が異なる第1及び第2の光を同一光軸に出射する光源を用いて、超解像に集光された第1の光で光学式情報記録媒体の記録可能層への情報の記録を行い、第2の光で光学式情報記録媒体の記録可能層に記録された情報の再生を行うことで、低出力の第2の光で高密度の記録再生装置を実現する。

【0094】特に、本発明は半導体レーザ光を波長変換して得られる短波長光源を用いる場合に、低出力の短波

長光により高密度の記録再生装置を実現する。

【0095】さらに本発明は、近赤外半導体レーザと波長変換デバイスにより得られる短波長光源で記録可能層を有する光学式情報記録媒体に情報を記録再生する際、基本波を高周波重畳し、そのバイアス電流を変調したり、重畳周波数を周波数変調変化したりすることで、高調波出力を多値変調し、安定な記録再生装置を実現する。

【0096】また、本発明は近赤外半導体レーザと波長変換デバイスにより得られる短波長光源で記録可能層を有する光学式情報記録媒体に情報を記録する際、基本波を高速に変調し、その周期を変化させることで高調波の平均出力を多値変調し、安定な記録再生装置を実現する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の記録再生装置の概略図を示す構成図

【図2】相変化型光ディスクの構造を表す構成図

【図3】相変化型光ディスクの結晶-アモルファスの状態を表す図

【図4】本発明の記録再生装置の光ディスクにおける記録マーク形成方法を説明する図

【図5】本発明の記録再生装置の概略図を示す構成図

【図6】本発明の記録再生装置の概略図を示す構成図

【図7】本発明の記録再生装置の光ディスクにおける記録マーク形成方法を説明する図

【図8】本発明の記録再生装置の概略図を示す構成図

【図9】本発明の記録再生装置の概略図を示す構成図

【図10】本発明の記録再生装置の(a)振幅格子(b)位相格子(c)集光スポットを表す図

【図11】本発明の記録再生装置の概略図を示す構成図

【図12】本発明の記録再生装置における集光光学系を表した図

【図13】本発明の変調方式のバイアス電流を表す図

【図14】RF周波数とブルー出力の関係を表す図

【図15】本発明の変調方式を表す図

【図16】SHGブルー光源の概略を表す図

【図17】従来の記録再生装置を表す図

【図18】本発明の記録再生装置において、各構成の内容をまとめた図

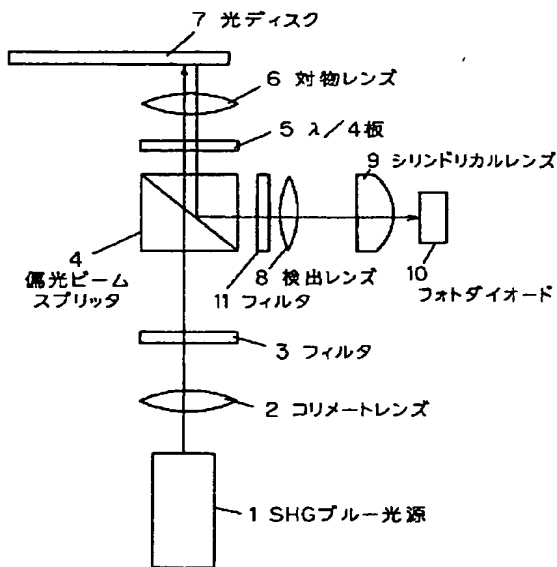
【符号の説明】

- 1 SHGブルー光源
- 2 コリメートレンズ
- 3 フィルタ
- 4 偏光ビームスプリッタ
- 5 $\lambda/4$ 板
- 6 対物レンズ
- 7 光ディスク
- 8 検出レンズ
- 9 シリンドリカルレンズ
- 10 フォトダイオード

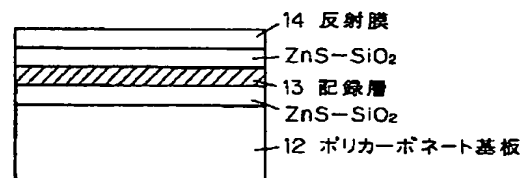
- 11 フィルタ
- 12 ポリカーボネート基板
- 13 記録層
- 14 反射膜
- 15 NDフィルタ
- 16 フィルタ
- 17 波長選択ミラー
- 18 検出レンズ
- 19 シリンドリカルレンズ
- 20 フォトダイオード
- 21 遮光部分
- 22 石英基板
- 23 振幅格子
- 24 LiTaO₃基板
- 25 半導体レーザ

- 26 コリメートレンズ
- 27 $\lambda/2$ 板
- 28 フォーカシングレンズ
- 29 光導波路
- 30 分極反転領域
- 31 狭帯域バンドパスフィルタ
- 32 半導体レーザ
- 33 フォーカシングレンズ
- 34 偏光ビームスプリッタ
- 35 $\lambda/4$ 板
- 36 対物レンズ
- 37 光ディスク
- 38 検出レンズ
- 39 シリンドリカルレンズ
- 40 4分割検出器

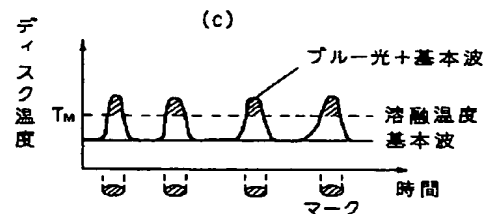
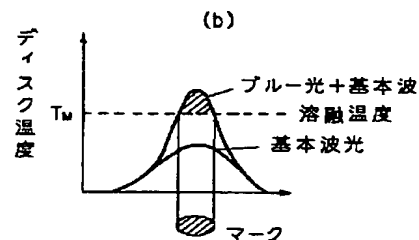
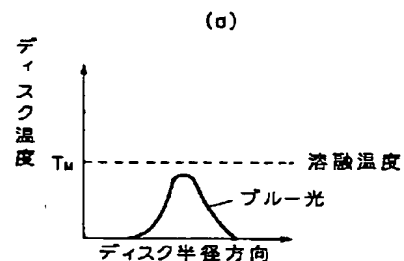
【図1】



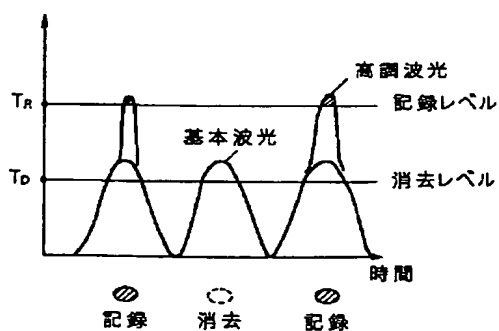
【図2】



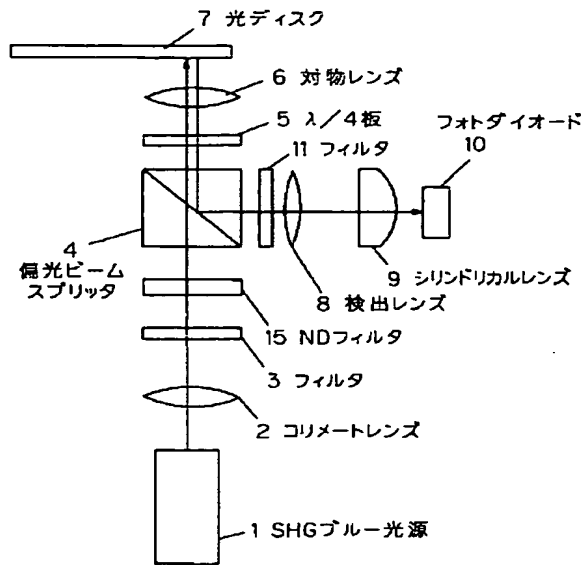
【図3】



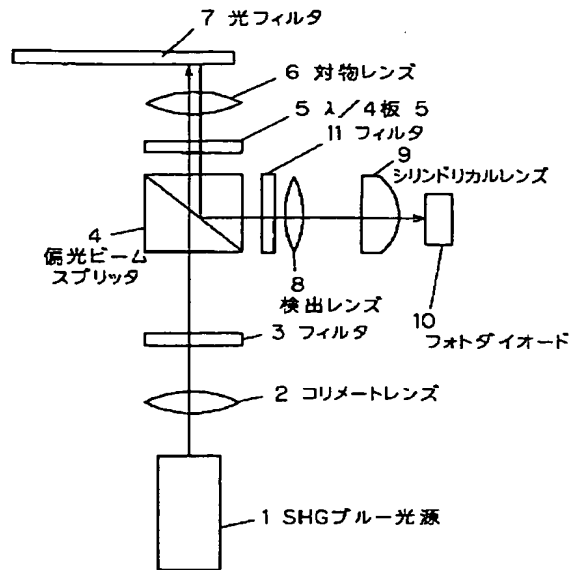
【図5】



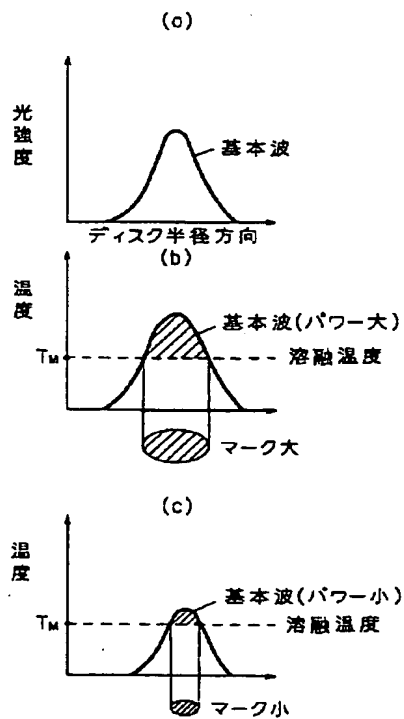
【図4】



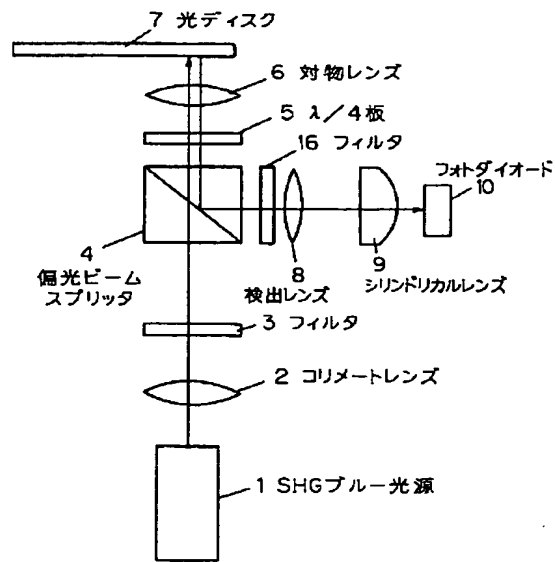
【図6】



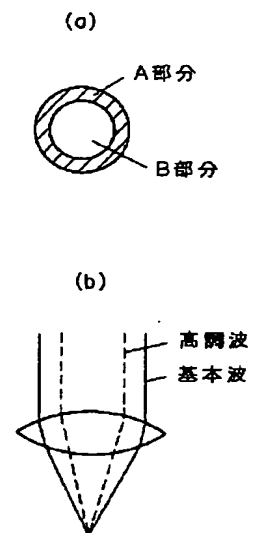
【図7】



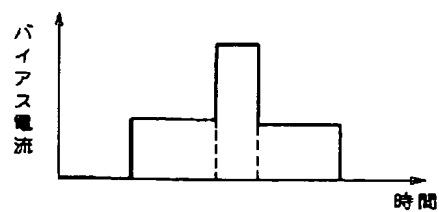
【図8】



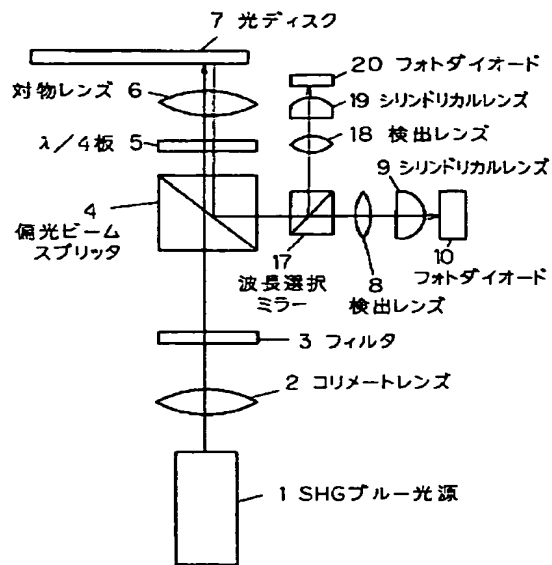
【図12】



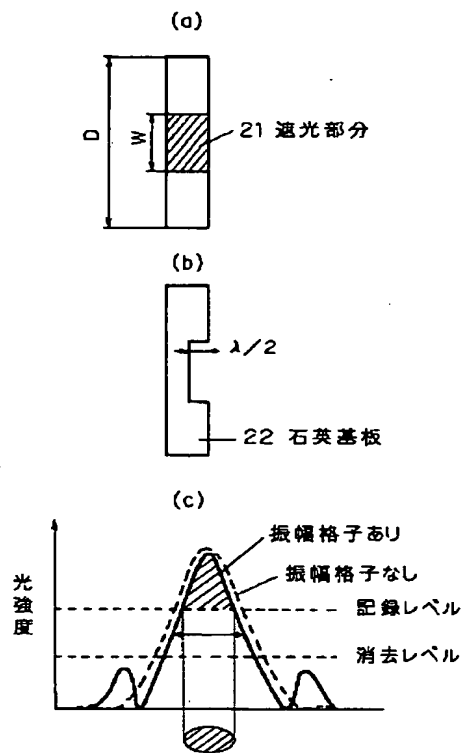
【図13】



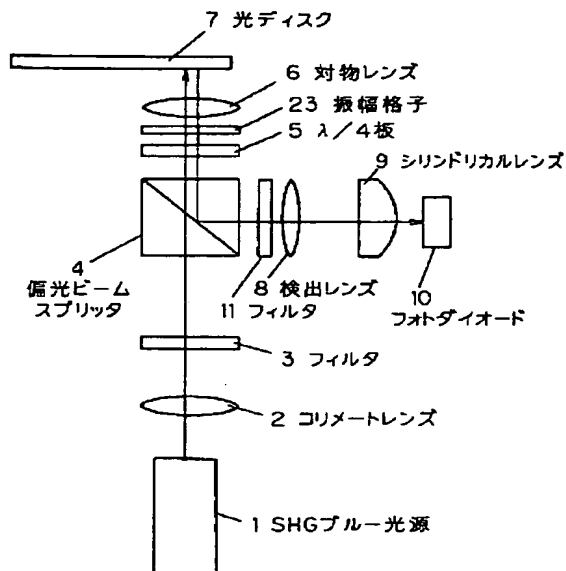
【図9】



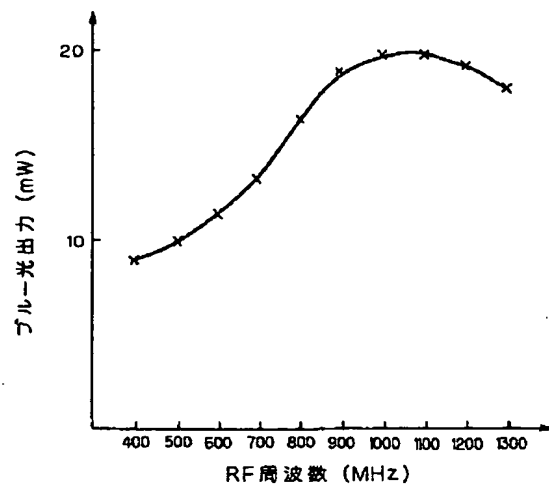
【図10】



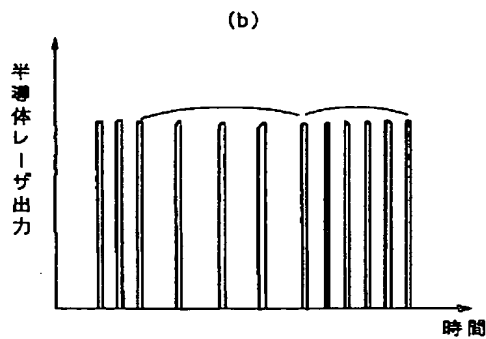
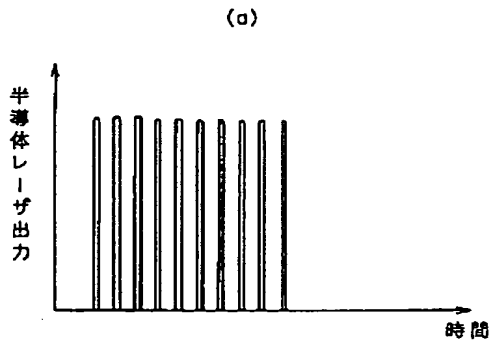
【図11】



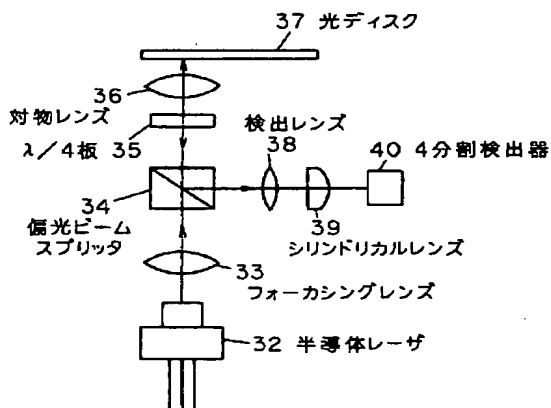
【図14】



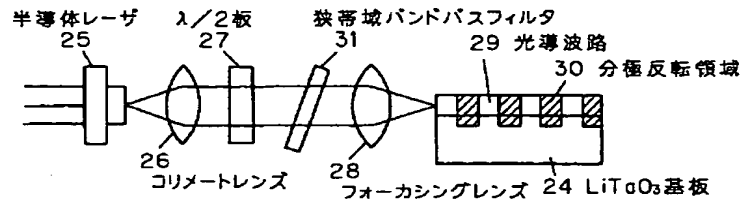
【図15】



【図17】



【図16】



【図18】

ω 基本波
 2ω 高調波

構成図	記録	再生	消去	サーボ系
図 1	$\omega+2\omega$	2ω	2ω	2ω
図 4	—	—	ω	2ω
図 6	ω	2ω	—	2ω
図 8	ω	2ω	—	記録 ω 再生 2ω
図 9	ω	2ω	—	記録 ω 再生 2ω
図11	ω	2ω	—	—

フロントページの続き

(72)発明者 西内 健一
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

(72)発明者 宮川 直康
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

(72)発明者 鳴海 建治
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内